

**Electromagnetic valve top part**

Patent Number: ☐ US5310160  
Publication date: 1994-05-10  
Inventor(s): HARCK KURT (DK); ABRAHAMSEN JOHN G (DK); NICOLAISEN HOLGER (DK);  
BOISEN MICHAEL (DK); KYSTER ERIK (DK)  
Applicant(s): DANFOSS AS (DK)  
Requested  
Patent: ☐ DE4201449  
Application  
Number: US19930004512 19930114  
Priority Number  
(s): DE19924201449 19920121  
IPC  
Classification: F16K31/06  
EC Classification: H01F7/08A, H01F7/16A  
Equivalents: ☐ CH684435, ☐ DK170934B, DK5093, ☐ FR2686387, IT1261053, JP2653745B2,  
☐ JP5263958

---

**Abstract**

---

An electromagnetic valve assembly having upper and lower modules. A standardized lower module can be joined with one of several upper modules having a different axial length for varying the magnetic field strength of a coil arrangement in the upper module without changing the length or position of an armature tube in the lower module.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 42 01 449 A 1

51 Int. Cl. 5:  
H01 F 7/16  
F 16 K 31/02

CORR. US 5,310,160

21 Aktenzeichen: P 42 01 449.2  
22 Anmeldetag: 21. 1. 92  
43 Offenlegungstag: 22. 7. 93

DE 42 01 449 A 1

71 Anmelder:  
Danfoss A/S, Nordborg, DK

74 Vertreter:  
Knoblauch, U., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Knoblauch, A.,  
Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte, 6000 Frankfurt

72 Erfinder:  
Harck, Kurt, SØnderborg, DK; Abrahamsen, John  
Guttorm; Nicolaisen, Holger, Nordborg, DK; Boisen,  
Michael, Kolding, DK; Kyster, Erik, SØnderborg, DK

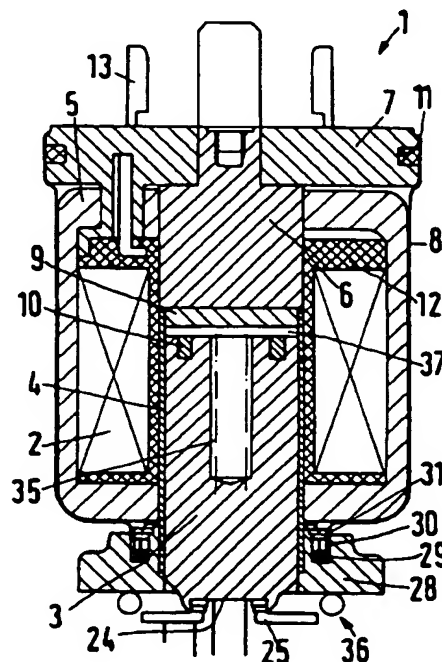
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Magnetventil-Oberteil

57 Es wird ein Magnetventil-Oberteil (1) angegeben mit einer Spulenanordnung (2), einem Anker (3), der ein Verschlußstück (24) trägt und der in einem Ankerrohr (4) beweglich angeordnet ist, das auf einer Seite in die Spulenanordnung (2) hineinragt, einem an die Spulenanordnung (2) angepaßten Joch (5), das die Spulenanordnung (2) umgibt, einem Kernkopf (6), der auf der anderen Seite in die Spulenanordnung (2) hineinragt und dort festgelegt ist, und einem Basisteil (28) zur Montage des Magnetventil-Oberteils (1) an einem Unterteil (36).

Ein derartiges Magnetventil-Oberteil soll mit geringem Aufwand in unterschiedlichen Leistungsklassen gefertigt werden können.

Dazu weist das Ankerrohr (4) unabhängig von der Leistungsklasse des Ventils eine vorbestimmte Standardlänge auf und ist mit dem Basisteil (28) fest verbunden. Die Spulenanordnung (2) ist in Abhängigkeit von der Leistungsklasse des Ventils gegen eine andere Spulenanordnung mit anderer axialen Länge austauschbar, wobei der Kernkopf (6) eine an die axiale Länge der Spulenanordnung (2) angepaßte Länge aufweist. Er läßt dann unabhängig von der axialen Länge der Spulenanordnung (2) einen vorbestimmten gleichbleibenden Raum für das Ankerrohr (4) frei.



DE 42 01 449 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Magnetventil-Oberteil mit einer Spulenordnung, einem Anker der ein Verschlußstück trägt und der in einem Ankerrohr beweglich angeordnet ist, das auf einer Seite in eine Spulenordnung hineinragt, einem an die Spulenordnung angepaßten Joch, das die Spulenordnung umgibt, einem Kernkopf, der auf der anderen Seite in die Spulenordnung hineinragt und dort festgelegt ist, und einem Basisteil zur Montage des Magnetventil-Oberteils an einem Unterteil.

Ein derartiges Magnetventil-Oberteil ist aus DE 32 40 103 A1 bekannt.

An Magnetventile werden, je nach Einsatzzweck und Verwendungsart, verschiedene Anforderungen gestellt. So unterscheiden sich einzelne Magnetventile in der Kraft, mit der sie öffnen und schließen können. Ein anderes Unterscheidungsmerkmal ist die Arbeitsgeschwindigkeit, d. h. die Geschwindigkeit, mit der der Anker bewegt werden kann. Weitere Beispiele sind Strombedarf, Belastbarkeit oder ähnliches. Vereinfacht ausgedrückt, lassen sich die Magnetventile in verschiedene Leistungsklassen einteilen.

Um ein Ventil einer höheren Leistungsklasse zu bauen, ist es bisher üblich, das Magnetsystem, d. h. die Spule, das Joch und den Kernteil, radial zu vergrößern. Dies fordert unter anderem Spulenkörper, Joche und Gehäuse mit unterschiedlichen Durchmessern. Bei der Montage derartiger Magnetventil-Oberteile sind daher für unterschiedliche Leistungsklassen auch unterschiedliche Werkzeuge notwendig, die teilweise sehr teuer sind. Darüber hinaus ist es schwierig, die Magnetventil-Oberteile automatisch zusammenzubauen bzw. der für den automatischen Zusammenbau zu treibende Aufwand ist relativ groß.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Magnetventil-Oberteil anzugeben, das mit geringem Aufwand in unterschiedlichen Leistungsklassen gefertigt werden kann.

Diese Aufgabe wird bei einem Magnetventil-Oberteil der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß das Ankerrohr unabhängig von der Leistungsklasse des Ventils eine vorbestimmte Standardlänge aufweist und mit dem Basisteil fest verbunden ist und die Spulenordnung in Abhängigkeit von der Leistungsklasse des Ventils gegen eine andere Spulenordnung mit einer anderen axialen Länge austauschbar ist, wobei der Kernkopf eine an die axiale Länge der Spulenordnung angepaßte Länge aufweist und er unabhängig von der axialen Länge der Spulenordnung einen vorbestimmten gleichbleibenden Raum für das Ankerrohr freiläßt.

Mit dieser Anordnung wird der Unterschied in der Leistungsklasse durch eine Änderung der axialen Länge der Spulenordnung erzielt. Dies hat bisher zu Problemen geführt, weil man damit auch die axiale Länge des Ankers und des Ankerrohres ändern mußte. Dies wird nun vermieden. Anker und Ankerrohr können für alle Leistungsklassen gleich ausgeführt werden. Trotzdem entsteht beim Zusammenbau des Magnetventil-Oberteils zwischen dem Anker und dem Kernkopf immer der gleiche Luftspalt und somit immer das gleiche Verhalten, weil die Variation der axialen Länge der Spulenordnung auch zu einer Variation der axialen Länge des Kernkopfes führt. Bei einer längeren Spulenordnung ragt der Kernkopf auch weiter in die Spulenordnung hinein. Der für das Ankerrohr und den Anker frei blei-

bende Platz bleibt unabhängig von der Leistungsklasse des Ventils gleich. Das Magnetventil-Oberteil ist also sozusagen unterteilt in einen Leistungsteil, dessen axiale Länge variabel ist, und einen Bewegungsteil mit gleichbleibender Länge, der durch den Anker und das ihn umgebende Ankerrohr sowie das Basisteil gebildet ist. Der Bewegungsteil kann für alle Leistungsklassen gleich bleiben. Dies erlaubt eine sehr rationelle Fertigung, da weniger unterschiedliche Teile vorrätig gehalten werden müssen. Außerdem kann für das Halten des Basisteils mit dem Ankerrohr und dem Anker immer das gleiche Werkzeug verwendet werden. Da auch das Leistungsteil, d. h. die Spulenordnung mit Joch und Kernkopf immer die gleiche radiale Außenabmessung aufweisen, kann für das Ergreifen dieser Teile auch immer das gleiche Werkzeug verwendet werden. Hierbei muß lediglich die axiale Bewegung des Werkzeugs in Abhängigkeit von der Leistungsklasse gesteuert werden.

Bevorzugterweise ist auf der dem Anker abgewandten Stirnseite eine Anschlußplatte zur Durchführung von elektrischen Anschlüssen der Spulenordnung angeordnet, die in einem das Joch umgebenden Gehäuse befestigt ist und den Kernkopf hält. Unabhängig von der axialen Erstreckung sind also auch die elektrischen Anschlüsse für die Spulenordnung immer am gleichen radialen Ort angebracht, so daß auf der axialen Länge der Spulenordnung keine weitere Bearbeitung vorgenommen werden muß. Da die Anschlußplatte den Kernkopf hält, ist der Kernkopf unabhängig von der axialen Länge der Spulenordnung sicher im Gehäuse befestigt.

Zur Vereinfachung der Fertigung ist es bevorzugt, daß die Anschlußplatte eine von der Leistungsklasse des Ventils unabhängige Standardgröße aufweist. Auch dies vermindert den Bedarf für die Vorratshaltung und erlaubt es, mit wenigen Werkzeugen auszukommen.

Bevorzugterweise ist das Magnetventil-Oberteil aus zwei Modulen zusammengesetzt, von denen das eine im wesentlichen durch das Ankerrohr mit Anker und das Basisteil und das andere im wesentlichen durch die Spulenordnung, das Joch, den Kernkopf, die Anschlußplatte und das Gehäuse gebildet ist, wobei das Gehäuse im Basisteil befestigbar ist. Beide Module können getrennt vorgefertigt werden. Das eine Modul ist für alle Leistungsklassen gleich. Das andere Modul mit der Spulenordnung wird in Abhängigkeit von der gewünschten Leistungsklasse gefertigt. Wünscht man ein Magnetventil-Oberteil mit einer bestimmten Leistungsklasse, wählt man das entsprechende Spulenordnungs-Modul und verbindet es mit einem Standardmodul, das für alle Leistungsklassen gleich ausgebildet ist.

Bevorzugterweise umgibt das Joch die Spulenordnung zumindest radial dicht und weist an seinen Stirnseiten Ausnehmungen auf, die dem Ankerrohr bzw. dem Kernkopf genau angepaßt sind. Da die radialen Abmessungen für die Ventile aller Leistungsklassen gleich sind, kann man hier einen etwas höheren Aufwand betreiben, um die entsprechenden Innenmaße des Jochs bzw. die Maße der Ausnehmungen genau auf die entsprechenden Außenmaße von Ankerrohr bzw. Kernkopf oder Spulenordnung anzupassen. Man erreicht hierdurch, daß man im Magnetpfad, der durch das Joch, den Kernkopf und den Anker gebildet wird, nur relativ wenig Luftspalte hat, so daß man hier eine relativ gute Ausbeute der magnetischen Leistung, also einen guten Wirkungsgrad, erzielen kann. Trotzdem benötigt man im Prinzip nur ein Werkzeug für alle Leistungsklassen, da, wie gesagt, die radialen Abmessungen überall gleich

sind.

Bevorzugterweise ist das Joch zylinderförmig ausgebildet und umgibt die ebenfalls zylinderförmige Spulenanordnung auf dem gesamten Umfang. Der magnetische Fluß kann sich also auf den gesamten Umfang der Spulenanordnung schließen. Hierdurch steht ein relativ großer Bereich mit einer recht guten magnetischen Leitfähigkeit zur Verfügung, so daß im Luftspalt zwischen Kernkopf und Anker eine hohe Feldstärke entstehen kann, was wiederum zu einer höheren Kraft auf den Anker führt. Anders ausgedrückt kann man bei der gleichen Kraft ein kleineres Magnetventil-Oberteil verwenden. Der Aufwand wird hier für jede Leistungsklasse verringert.

Mit Vorteil sind auch der Kernkopf, das Gehäuse, der Anker, das Ankerrohr und das Basisteil im wesentlichen rotationssymmetrisch ausgebildet. Es handelt sich also um zylinderähnliche Körper. Diese können in einer Linie hintereinander gestapelt werden, wodurch eine automatische Montage in der Produktion ermöglicht wird.

Mit Vorteil ist das Joch aus dünnem Dynamoblech gebildet. Dynamoblech ist relativ preiswert. Es weist eine relativ hohe magnetische Permeabilität bei gleichzeitiger kleiner elektrischer Leitfähigkeit auf. Da durch die konstruktive Ausgestaltung das Joch einen relativ großen Querschnitt für den magnetischen Fluß zur Verfügung stellt, kann ein dünneres Blech verwendet werden, weil man einen Teil dieses vorteilhaften Effekts wieder aufgeben kann. Hierdurch wird weiterer Aufwand erspart.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist das Joch aus mehreren, insbesondere zwei, Umfangsabschnitten eines Zylinders mit zugehörigen Teil-Stirnflächen gebildet, die an ihren Längsseiten im wesentlichen axial verlaufende Luftspalte einschließen. Der Zusammenbau eines derartigen Jochs ist sehr einfach. Es müssen nur die entsprechenden Zylinder-Umfangsabschnitte um die Spulenanordnung herum angeordnet werden. Bei zwei Umfangsabschnitten, die als Halbschalen eines Zylinders ausgebildet sind, benötigt man zum Halten nur wenige Stützstellen. Die Umfangsabschnitte stellen dem Magnetfeld einen in Richtung des Magnetfelds verlaufenden Strömungspfad zur Verfügung. Gleichzeitig wird aber durch die axial verlaufende Luftspalte die Ausbreitung von Wirbelströmen im Joch weitgehend verhindert. Zumindest können sich die Wirbelströme nicht in Umfangsrichtung schließen. Dies vermeidet eine übermäßige Erwärmung und damit einhergehende Verluste.

Hierbei ist bevorzugt, daß die Umfangsabschnitte aus plattenförmigen Rohlingen gebogen sind, wobei die Stirnflächen durch entlang jeweils einer Knicklinie abgewinkelte Randflächenabschnitte an jedem axialen Ende gebildet sind, die durch vor dem Abwickeln im wesentlichen axial verlaufende Trennlinien voneinander getrennt sind. Für unterschiedliche Leistungsklassen müssen die plattenförmigen Rohlinge lediglich unterschiedliche axiale Längen aufweisen. Die sonstigen Abmessungen können gleich bleiben. Dies führt auch dazu, daß für das Abknicken der Randflächenabschnitte die gleichen Werkzeuge verwendet werden können. Wenn die Rohlinge gebogen werden, nachdem die Randflächenabschnitte abgeknickt worden sind, kommen die Randflächenabschnitte übereinander zu liegen, was in der Mitte der entstehenden Stirnflächen zu einer Verdickung des Materials führt. Da in diesem Abschnitt die magnetische Feldstärke aber auch am größten ist, ist dieser Effekt erwünscht, da für die größere Feldstärke

auch ein entsprechend größerer Leitungsquerschnitt zur Verfügung steht. Man vermeidet also, daß hier ein Sättigungseffekt eintritt, der zu einer Verminderung der magnetischen Permeabilität und damit zu einer Erhöhung des magnetischen Widerstandes im Joch führen würde.

Vorteilhafterweise verläuft die Knicklinie unter einem vorbestimmten Winkel zur Umfangsrichtung. Die einzelnen Randflächenabschnitte liegen dann nach dem Knicken nicht mehr in einer Ebene, sondern in vielen parallelen Ebenen, die zu der Ebene geneigt sind, die mit der Ebene des Rohlings eine Gerade bildet, die in Umfangsrichtung weist. Wenn nun der Rohling gebogen wird, können sich die einzelnen Randflächenabschnitte problemlos übereinander schieben. Ein Verhaken der Randflächenabschnitte gegeneinander, was zu einer Erschwerung des Biegevorgangs oder zu einem Verbiegen der einzelnen Randflächenabschnitte führen könnte, unterbleibt. Wenn der Winkel richtig gewählt ist, also beispielsweise wenn der Beginn einer Knicklinie eines Randflächenabschnitts gegenüber dem Ende der Knicklinie eines benachbarten Randflächenabschnitts um etwa die Materialstärke des Rohlings verschoben ist, kommen die einzelnen Randflächen zwanglos aufeinander zu liegen. Man vermeidet hierdurch unnötige Luftspalte zwischen den einzelnen Randflächenabschnitten, wodurch eine gute magnetische Leitfähigkeit sichergestellt ist.

Die plattenartigen Rohlinge können auch aus mehreren insbesondere elektrisch gegeneinander isolierten Lagen Dynamoblechs gebildet sein. Dies führt zu einer Erhöhung des für die Leitung des Magnetfelds zur Verfügung stehenden Querschnitts, hindert jedoch die Ausbildung von Wirbelströmen, die, insbesondere wenn die einzelnen Lagen elektrisch gegeneinander isoliert sind, sich nur innerhalb der jeweiligen Lagen ausbilden können.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, daß auf der Außenseite des Jochs punktförmige Vorsprünge vorgesehen sind, die gegen das Gehäuse anliegen. Hierdurch kann eine Klemmkraft zwischen dem Joch und dem Ankerrohr bzw. dem Kernkopf erzeugt werden, die zu einer weiteren Verminderung der Luftspalte und anderer Toleranzen führt, insbesondere beim Anschluß des Jochs am Ankerrohr und am Kernkopf.

Vorteilhafterweise ist das Ankerrohr durch eine Verschlussscheibe aus einem Material mit einer wesentlich höheren Permeabilität als Luft verschlossen. Dieses Material hat also eine höhere "magnetische Leitfähigkeit". Diese entspricht etwa der Leitfähigkeit des Jochs oder des Ankers. Die Verschlussscheibe dient zur Abdichtung des Ankerrohrs. Sie dient aber auch dem Ausgleich von Unterschieden in der Hubhöhe als Folge von Toleranzen. Die Verschlussscheibe sollte höchstens so tief in das Ankerrohr eingeführt sein, daß sie mit der Oberkante des Ankerrohrs abschließt. Sie kann jedoch über das Ankerrohr vorstehen. Sie sollte so gewählt werden, daß sich eine möglichst kleine, aber ausreichende Hubhöhe des Ankers ergibt. Bei größeren anfänglichen Luftspalten ist die anfängliche Öffnungskraft des Ankers kleiner.

Um diesen Ausgleich besonders einfach zu erzielen, ist in einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, daß die Verschlussscheibe vor dem Zusammenbau des Magnetventil-Oberteils im Ankerrohr beweglich ist und durch eine nach dem Zusammenbau erzeugte Verbindung im Ankerrohr fixiert ist. Diese Verbindung kann beispielsweise durch Schweißen, insbesondere durch

Laserschweißen, erzeugt werden. Hierbei wird eine gleichartige Zugkraft für alle Ventile der gleichen Leistungsklasse erreicht.

Zur Herabsetzung der Öffnungskraft eines Ventils, das in der Ruhestellung geschlossen ist, ist vorgesehen, daß das Verschlußstück eine kreisringförmige Platte aufweist, aus der eine federnde Zunge nach innen vorsteht. Die federnde Zunge kommt dann, gegebenenfalls unter Zwischenlage einer Dichtungsschicht, auf dem Ventilsitz zu liegen. Zu Beginn des Öffnungsvorgangs eines derartigen Ventils ist die auf den Anker wirkende Kraft aufgrund des noch großen Luftspalts relativ klein. Andererseits wirken teilweise erhebliche Saugkräfte auf das Verschlußstück, die dazu führen, daß der Widerstand zur Bewegung des Verschlußstücks größer ist als bei einem bereits geöffneten Ventil. Durch die Ausgestaltung mit der federnden Zunge wird nun erreicht, daß der Anker bewegt werden kann, ohne das Ventil öffnen zu müssen. Nach einer gewissen Bewegungsstrecke hat der Anker aber bereits eine gewisse kinetische Energie aufgenommen. Außerdem hat sich die auf den Anker wirkende magnetische Kraft vergrößert. Da die Zugkraft auf die Zunge an einem Bereich angreift, der außerhalb des Ventilsitzes liegt, ist es mit dem "Schwung" des Ankers und der nun vergrößerten magnetischen Kraft möglich, daß der Anker die Zunge zunächst an einer Stelle anhebt. Hierdurch kann ein Ausgleich der Druckunterschiede bewirkt werden. Nach dem Ausgleich der Druckunterschiede läßt sich die Zunge leicht vom Ventilsitz abheben.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Hierin zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch das Magnetventil-Oberteil,

Fig. 2 eine Seitenansicht einer Joch-Hälfte,

Fig. 3 eine Draufsicht auf die Joch-Hälfte,

Fig. 4 eine Reihe von Fertigungsschritten zur Herstellung des Jochs,

Fig. 5 eine perspektivische Ansicht eines fertigen Jochs und

Fig. 6 eine Draufsicht auf ein Verschlußstück.

Ein Magnetventil-Oberteil 1 weist eine aus einer Spule 2 und einem Formkörper 12 bestehende Spulenanordnung auf, in die von einer Seite her ein Anker 3 eingeführt ist, der in einem Ankerrohr 4 axial beweglich gelagert ist. Ein Joch 5 umgibt die Spule 2 nach Art eines Zylinders mit Stirnseiten. Von der anderen Seite ist ein Kernkopf 6 in die Spule 2 eingeführt. Der Kernkopf 6 ragt so weit in die Spule 2 hinein, daß er am Ankerrohr 4 oder einer darin angeordneten Verschlußscheibe 9 zur Anlage kommt. Der Kernkopf 6 wird durch eine Anschlußplatte 7 gehalten, die wiederum in einem Gehäuse 8 befestigt ist. Zur Abdichtung ist zwischen der Anschlußplatte 7 und dem Gehäuse 8 ein O-Ring 11 angeordnet. Das Ankerrohr 4 ist durch die Verschlußscheibe 9 verschlossen. Der Anker 3 weist an seinem der Verschlußscheibe 9 zugewandten Ende eine Dämpferwicklung 10 auf.

Durch die Anschlußplatte 7 sind elektrische Anschlüsse 13, geführt, durch die die Spule 2 mit elektrischer Energie versorgt wird. Im nicht-erregten Zustand wird der Anker 3 durch eine Rückstellfeder 35 in die dargestellte Lage gebracht, an der ein am aus der Spule 2 herausragenden Ende des Ankers 3 angebrachtes Verschlußstück 24 auf einem schematisch dargestellten Ventilsitz 25 eines ebenfalls nur schematisch dargestellten Ventilunterteils 36 zur Anlage kommt. Wenn die

Spule 2 erregt wird, d. h. mit elektrischem Strom versorgt wird, entsteht ein magnetisches Feld, das eine Kraft auf den Anker 3 derart ausübt, daß der Anker in Richtung auf den Kernkopf 6 gezogen wird. Hierdurch wird das durch das Verschlußstück 24 und den Ventilsitz 25 gebildete Ventil geöffnet. Der zwischen der Verschlußscheibe 9 und dem Anker 3 in der Ruhestellung gebildete Luftspalt 37 verschwindet dann.

Das Joch 5 ist durch zwei halbzyklindrische Schalen 14, 15 gebildet, die an ihren beiden axialen Enden Teil-Stirnflächen 16, 17 aufweisen. Das Joch ist aus dünnem Dynamoblech oder aus mehreren Lagen dünnen Dynamoblechs gebildet, die gegeneinander elektrisch isoliert sind. Es kann aus einem Rohling 18 hergestellt werden, der die Form einer Platte aufweist. An seinen axialen Enden werden axiale Einschnitte 19 angebracht, so daß eine Reihe von Randflächenelementen 20 entstehen. Zur Verdeutlichung der Richtungen sind Pfeile für die Umfangsrichtung 26 und für die Axialrichtung 27 angegeben. Nach dem Erzeugen der Randflächenelemente 20, die im übrigen auch durch Stanzen erzeugt werden können, werden die Randflächenelemente aus der Ebene des plattenförmigen Rohlings 18 herausgedreht (Fig. 4b) und dann entlang von Knicklinien 21 nach unten abgelenkt (Fig. 4c). Hierbei verlaufen die Knicklinien 21 gegen die Umfangsrichtung 26 in einem vorbestimmten Winkel, so daß die einzelnen Randflächenabschnitte 20 nicht mehr in der gleichen Ebene liegen, sondern in einer Reihe von parallelen Ebenen, die gegenüber der Ebene geneigt sind, die mit der Ebene des Rohlings 18 eine Gerade bildet, die in Umfangsrichtung 26 verläuft. Der Winkel der Knicklinie 21 ist hierbei so gewählt, daß der Beginn der Knicklinie eines Randflächenelements gegenüber dem Ende der Knicklinie eines benachbarten Randflächenelements um einen Betrag versetzt ist, der der Stärke des Materials des Rohlings 18 entspricht. Beim Biegen des Rohlings (Fig. 4d) schieben sich dann die einzelnen Randflächenelemente 20 zwanglos übereinander. Es kommt nicht zu Verhakungen oder Behinderungen des Biegevorgangs. Hierdurch entsteht in der radialen Mitte der Stirnflächen 16, 17 eine Materialverdickung, wie insbesondere aus Fig. 2 ersichtlich ist. Da an diesen Stellen aber das Magnetfeld die größte Stärke hat, ist diese Materialverdickung erwünscht, um dem Magnetfeld einen möglichst großen Leitungsquerschnitt zur Verfügung zu stellen. Nach dem Biegen werden die Stirnflächen bearbeitet, d. h. es werden Ausnehmungen 23 für die elektrischen Anschlüsse 13 bzw. für die Durchführung des Ankerrohrs 4 oder des Kernkopfes 6 angebracht. Darüber hinaus können punktförmige Vorsprünge 34 ausgeprägt werden, die später mit dem Gehäuse 8 zusammenwirken. Wenn nun die beiden halbzyklindrischen Schalen 14, 15 zusammengesetzt werden, umgeben sie die Spule 2 vollständig bis auf Luftspalte 22, die sich in axialer Richtung zwischen den beiden halbzyklindrischen Schalen 14, 15 erstrecken. Da diese Luftspalte 22 aber im wesentlichen in Richtung der Hauptrichtung des Magnetfeldes verlaufen, stören sie die Ausbreitung des Magnetfeldes nicht, d. h. sie erhöhen den magnetischen Widerstand für den magnetischen Fluß praktisch überhaupt nicht. Trotzdem ist mit einer derartigen Ausgestaltung ein relativ einfacher Zusammenbau möglich. Die beiden halbzyklindrischen Schalen 14, 15 werden durch das Gehäuse 8 zusammengehalten, das nach Art eines Bechers über das um die Spule gelegte Joch 5 gestülpt wird. Die Vorsprünge 34 verbessern hierbei die Klemmkraft zwischen dem Joch 5 und dem Gehäuse 8. Durch sie wird es

möglich, daß das Joch 5 sehr dicht an das Ankerrohr 4 bzw. den Kernkopf 6 herangeführt wird, so daß auch hier keine oder nur sehr kleine Luftspalte entstehen. Toleranzen können hierbei gut ausgeglichen werden.

Das Gehäuse 8 ist mit einem Außengewinde 31 in ein Innengewinde 30 eines Basisteils 28 eingeschraubt. Zur Abdichtung zwischen dem Gehäuse 8 und dem Basisteil 28 ist ein O-Ring 29 vorgesehen.

Das Verschußstück 24 auf dem Anker 3 weist einen Kreisring 32 aus einem elastischen Material auf, beispielsweise aus Federstahl, an dem eine Zunge 33 befestigt ist, die nach innen in den Kreisring 32 ragt. Diese Zunge liegt auf dem schematisch in Fig. 6 angedeuteten Ventilsitz 25 auf, wenn das Ventiloberteil 1 in der in Fig. 1 dargestellten Stellung ist.

Bei derartigen Ventilen entsteht beim Öffnen gelegentlich das Problem, daß durch einen Unterdruck in der zu öffnenden Leitung das Ventil in der Schließstellung gehalten wird. Die Magnetanordnung muß dann recht hohe Kräfte auf den Anker ausüben, um ihn überhaupt bewegen zu können. Unglücklicherweise ist die Magnetkraft aber in der in Fig. 1 dargestellten Position des Ankers 3, bei der der Luftspalt 37 groß ist, am geringsten, so daß die Magnetanordnung recht groß dimensioniert werden muß, um dieses Problem zuverlässig zu bewältigen. Mit dem in Fig. 6 dargestellten Verschußstück 24 wird dieses Problem weitgehend vermieden. Die Zunge 33 ist elastisch am Kreisring 32 angebracht. Der Kreisring 32 ist am Ende des Ankers 3 eingebördelt, d. h. er kann vom Anker 3 in axialer Richtung bewegt werden. Wenn sich nun der Anker 3 in axialer Richtung bewegt, in Fig. 1 nach oben, kann die Zunge 33 zunächst auf dem Ventilsitz 25 verbleiben. Mit zunehmender Bewegung gewinnt der Anker 3 zunächst an Schwung, d. h. er nimmt eine kinetische Energie auf, zum anderen wird die auf den Anker 3 wirkende magnetische Kraft aufgrund des sich verkleinernden Luftspalts 37 immer größer. Nach einer gewissen Bewegung ist die auf die Zunge 33 wirkende Kraft größer als die durch die Saugwirkung erzeugte Haltekraft. Die Zunge 33 wird nun zunächst einseitig vom Ventilsitz 25 abgehoben. Hierdurch lassen sich die zwischen der Zufluß- und der Abflußseite des Ventils bestehenden Druckdifferenzen ausgleichen. Die Zunge kann nun vollständig vom Ventilsitz abheben und das Ventil ist geöffnet.

Derartige Magnetventil-Oberteile 1 werden für verschiedene Leistungsklassen benötigt. Beispielsweise können die an die Öffnungs- oder Schließkräfte zustellenden Anforderungen für einzelne Verwendungszwecke unterschiedlich sein. Aus diesem Grund ist das dargestellte Magnetventil-Oberteil 1 modular aufgebaut. Das eine Modul besteht im wesentlichen aus dem Basisteil und dem Ankerrohr 4 mit Verschußscheibe 9 und Anker 3, wobei das Ankerrohr 4 fest mit dem Basisteil 28 verbunden ist. Dieses eine Modul ist für alle Leistungsklassen gleich aufgebaut, d. h. der Anker 3 und das Ankerrohr 4 haben eine vorbestimmte Standardlänge. Dieses Modul kann daher in großer Stückzahl gefertigt werden.

Das zweite Modul besteht im wesentlichen aus der Spule 2, dem Formkörper 12, dem Joch 5, dem Kernkopf 6, dem Gehäuse 8 und der Anschlußplatte 7. Die Anschlußplatte 7 ist hierbei auch wieder für alle Leistungsklassen gleich. Die Module für unterschiedliche Leistungsklassen unterscheiden sich lediglich durch die axiale Länge der Spule 2. Natürlich müssen der Spulenkörper 12, das Gehäuse 8 und das Joch 5 entsprechend angepaßt werden.

Die Anpassung beschränkt sich aber auch hier auf eine Veränderung der axialen Länge. Da die elektrischen Anschlüsse 13 durch die für alle Leistungsklassen gleiche Anschlußplatte 7 geführt sind, ist der Ort der elektrischen Anschlüsse auch für alle Leistungsklassen gleich. Mit der axialen Länge der Spule verändert sich auch die axiale Länge des Kernkopfes 6. Dieser ragt in jedem Fall so weit in die Spule 2 hinein, daß für das Ankerrohr 4 stets ein gleichbleibender Platz zur Verfügung steht. Dies bewirkt, daß der Luftspalt 37 für alle Leistungsklassen im wesentlichen gleich ist.

Die axiale Verlängerung oder Verkürzung ist problemlos zu bewerkstelligen. Dies gilt auch für das Joch 5. Zur Herstellung eines längeren oder kürzeren Jochs muß einfach nur ein entsprechend längerer oder kürzerer Rohling 18 verwendet werden. Die übrigen Herstellungsschritte bleiben gleich. Folglich können auch die gleichen Werkzeuge verwendet werden.

Da die radialen Abmessungen aller Teile für alle Leistungsklassen sind, können die zur Herstellung dieser radialen Abmessungen benötigten Werkzeuge gut ausgenutzt werden. Man kann deswegen genauer arbeitende Werkzeuge verwenden, ohne den Aufwand für die Herstellung übermäßig hoch treiben zu müssen. Dies erlaubt es aber auch, die radialen Abmessungen genauer zu fertigen, so daß es beispielsweise möglich wird, das Joch 5 sehr dicht an den Kernkopf 6 bzw. das Ankerrohr 4 anliegen zu lassen. Hierdurch wird ein magnetischer Pfad für das Magnetfeld ohne nennenswerte parasitäre Luftspalte gebildet. Die elektrische und magnetische Energie kann hier also sehr gut genutzt werden. Bei gleicher Baugröße lassen sich höhere Öffnungs- und Schließkräfte erreichen oder, bei ansonsten gleichen Leistungen läßt sich die Baugröße vermindern. Der Wirkungsgrad eines derartigen Magnetventil-Oberteils ist größer. Es ist ohne weiteres einzusehen, daß man mit einer derartigen Konstruktion sehr flexibel ist, was den Bau derartiger Magnetventil-Oberteile für einzelne Leistungsklassen betrifft. Für die Wahl einer höheren oder niedrigeren Leistungsklasse verwendet man einfach ein längeres oder kürzeres Modul.

Da alle Teile im wesentlichen zylinderförmig oder zumindest rotationssymmetrisch ausgebildet sind, lassen sie sich sehr gut stapeln und einer automatischen Produktionseinrichtung zuführen, die den Zusammenbau der Teile übernimmt. Diese Einrichtung muß bei unterschiedlichen axialen Abmessungen des Magnetventil-Oberteils für verschiedene Leistungsklassen auch nur für unterschiedliche axiale Bewegungen eines Werkzeugs ausgelegt sein. Die radialen Abmessungen bleiben insgesamt gleich.

Die Verschußscheibe 9 ist vor dem Zusammenbau im Ankerrohr 4 beweglich. Eine Kalibrierung kann z. B. dadurch erfolgen, daß der Anker 3 und das Ankerrohr 4 in das Basisteil 28 eingesetzt werden. Der Anker 3 wird dann mechanisch nach unten zur Endstellung gedrückt. Die Verschußscheibe 9 kann nun in das Ankerrohr 4 eingesetzt und zur Anlage an die Oberseite des Ankers gebracht werden. Schließlich wird die Verschußscheibe um eine definierte Strecke, etwa 2 mm, zurückgezogen. Diese Strecke kann für alle Ventile mit ausreichender Genauigkeit eingehalten werden, so daß hierdurch ein Ausgleich von Toleranzen möglich ist. Danach wird die Verschußscheibe 9 von außen im Ankerrohr 4 festgelegt, beispielsweise mit Laserschweißen. Das Magnetsystem kann nun montiert werden, wobei die Verschußscheibe 9 flach gegen den Kernkopf 6 anliegt.



## Patentansprüche

1. Magnetventil-Oberteil mit einer Spulenordnung, einem Anker der ein Verschlußstück trägt und der in einem Ankerrohr beweglich angeordnet ist, das auf einer Seite in eine Spulenordnung hineinragt, einem an die Spulenordnung angepaßten Joch, das die Spulenordnung umgibt, einem Kernkopf, der auf der anderen Seite in die Spulenordnung hineinragt und dort festgelegt ist, und einem Basisteil zur Montage des Magnetventil-Oberteils an einem Unterteil, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Ankerrohr (4) unabhängig von der Leistungsklasse des Ventils eine vorbestimmte Standardlänge aufweist und mit dem Basisteil (28) fest verbunden ist und die Spulenordnung (2) in Abhängigkeit von der Leistungsklasse des Ventils gegen eine andere Spulenordnung mit einer anderen axialen Länge austauschbar ist, wobei der Kernkopf (6) eine an die axiale Länge der Spulenordnung (2) angepaßte Länge aufweist und er unabhängig von der axialen Länge der Spulenordnung einen vorbestimmten gleichbleibenden Raum für das Ankerrohr (4) freiläßt.
2. Oberteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf der dem Anker (3) abgewandten Stirnseite eine Anschlußplatte (7) zur Durchführung von elektrischen Anschlüssen (13) der Spulenordnung (2) angeordnet ist, die in einem das Joch (5) umgebenden Gehäuse (8) befestigt ist und den Kernkopf (6) hält.
3. Oberteil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlußplatte (7) eine von der Leistungsklasse des Ventils unabhängige Standardgröße aufweist.
4. Oberteil nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß es modular aus zwei Modulen zusammengesetzt ist, von denen das eine im wesentlichen durch das Ankerrohr (4) mit Anker (3) und das Basisteil (28) und das andere im wesentlichen durch die Spulenordnung (2), das Joch (5), den Kernkopf (6), die Anschlußplatte (7) und das Gehäuse (8) gebildet ist, wobei das Gehäuse (8) im Basisteil (28) befestigbar ist.
5. Oberteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Joch (5) die Spulenordnung (2) zumindest radial dicht umgibt und an seinen Stirnseiten (16, 17) Ausnehmungen (23) aufweist, die dem Ankerrohr (4) bzw. dem Kernkopf (6) genau angepaßt sind.
6. Oberteil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Joch (5) zylinderförmig ausgebildet ist und die ebenfalls zylinderförmige Spulenordnung (2) auf dem gesamten Umfang umgibt.
7. Oberteil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß auch der Kernkopf (6), das Gehäuse (8), der Anker (3), das Ankerrohr (4) und das Basisteil (28) im wesentlichen rotationssymmetrisch ausgebildet sind.
8. Oberteil nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Joch (5) aus dünnem Dynamoblech gebildet.
9. Oberteil nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Joch (5) aus mehreren, insbesondere zwei, Umfangsabschnitten (14, 15) eines Zylinders mit zugehörigen Teil-Stirnflächen (16, 17) gebildet ist, die an ihren Längsseiten

im wesentlichen axial verlaufende Luftspalte (22) einschließen.

10. Oberteil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Umfangsabschnitte (14, 15) aus plattenförmigen Rohlingen (18) gebogen sind, wobei die Stirnflächen (16, 17) durch entlang jeweils einer Knicklinie (21) abgewinkelte Randflächenabschnitte (20) an jedem axialen Ende gebildet sind, die durch vor dem Abwinkeln im wesentlichen axial verlaufende Trennlinien (19) voneinander getrennt sind.

11. Oberteil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Knicklinie (21) unter einem vorbestimmten Winkel zur Umfangsrichtung (26) verläuft.

12. Oberteil nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die plattenartigen Rohlinge aus mehreren, insbesondere elektrisch gegeneinander isolierten Lagen Dynamoblechs gebildet sind.

13. Oberteil nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Außenseite des Jochs (5) punktförmige Vorsprünge (34) vorgesehen sind, die gegen das Gehäuse (8) anliegen.

14. Oberteil nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Ankerrohr (4) durch eine Verschlußscheibe (9) aus einem Material mit einer wesentlich höheren Permeabilität als Luft verschlossen ist.

15. Oberteil nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Verschlußscheibe (9) vor dem Zusammenbau des Magnetventil-Oberteils (1) im Ankerrohr (4) beweglich ist und durch eine nach dem Zusammenbau erzeugte Verbindung im Ankerrohr (4) fixiert ist.

16. Oberteil nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Verschlußstück (24) eine kreisringförmige Platte (32) aufweist, aus der eine federnde Zunge (33) nach innen vorsteht.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)



